

# EL PAISAJE EOLICO DE LA LLANURA ALUVIAL DE SAN JUAN (Llanura Manchega Central).

A. PEREZ GONZALEZ\*, T. ALEIXANDRE\*\*, A. PINILLA\*\* y J. GALLARDO\*\*.

\* I.G.M.E., Ríos Rosas, 23. Madrid-3

\*\* Inst. de Edafología. Serrano, 119. Madrid-6



## RESUMEN

El campo dunar de la Llanura aluvial de San Juan, está caracterizado por la presencia de dunas arcillosas, limosas o limo-arcillosas. Morfológicamente, son dunas de tipo parabólico y otras con aspecto "cónico", "transverso" o "longitudinal", construidas por paleovientos efectivos que provenían del W y SW. Finalmente, se discute la edad y origen de estos complejos dunares.

## SUMMARY

The dunes of the San Juan alluvial plain consists most characteristically of clayey, silty, and clayey-silty dunes, which morphologically - are most commonly of parabolic type, but dome-shaped, transverse and linear dunes are present as well. These were built up by effective winds coming - from the W and SW. Finally, both the age and genesis of these dunes is - discussed.

## INTRODUCCION

La Llanura manchega es un dilatado territorio emplazado en los confines meridionales de la Meseta Sur Castellana. Sus límites están comprendidos entre - el valle del río Júcar al Este y el Campo de Calatrava al Oeste. Al Norte y al Sur queda encerrada, respectivamente, por la Sierra de Altomira y Montes de Toledo, y por el contrafuerte mesozoico subtabular de Campo de Montiel y Sierra Morena Occidental.

Estructuralmente, la Llanura manchega, es una depresión tectónica, abierta -

durante el periodo distensivo que abarca desde el Tortoniense basal, hace unos 10 m.a., al Cuaternario antiguo.

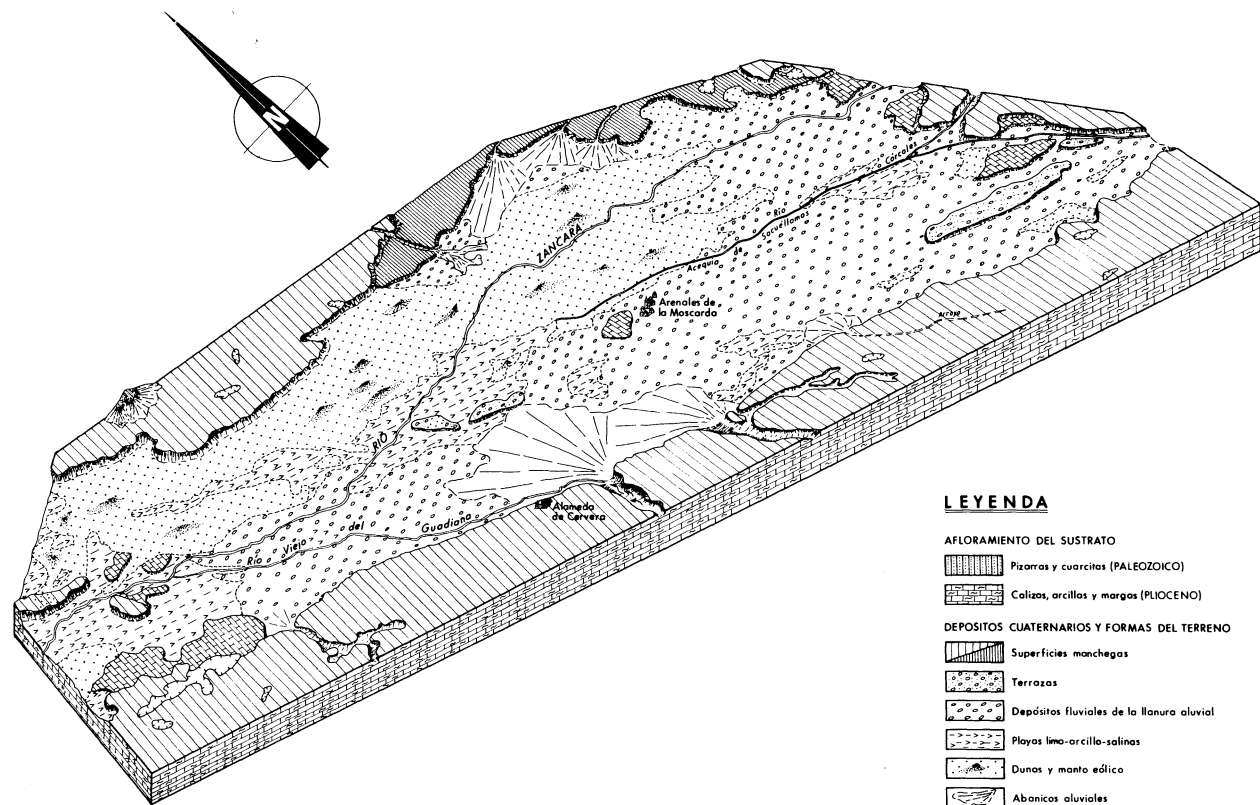
El relleno de este surco longitudinal Este-Oeste, según expresión de LAUTENSACH (1964), está constituido, mayoritariamente, por arcillas y arcillas yesíferas, areniscas y conglomerados; sin embargo, en los momentos finales de la sedimentación, un medio lacustre o palustre-lacustre, se instaura en todo el ámbito de la Depresión, con depósitos, principalmente, de margas, calizas micríticas arcillosas y biomicritas. La edad de estos materiales es pliocena y sus espesores máximos no parecen sobrepasar los 300 m., según datos de los sondeos.

Fisionómicamente, el territorio es un gran plano, sin relieves destacados - que se inclina suavemente hacia el Oeste, y en el cual la red hidrográfica apenas desarrollada, está formada por ríos y cañadas que funcionan en régimen semipermanente, estacional o esporádico.

A pesar de su aspecto monótono y poco diferenciado, la Llanura manchega presenta una evolución cuaternaria complicada que recientemente ha sido estudiada por uno de nosotros, PEREZ-GONZALEZ (1982). Para los actuales propósitos basta saber, que los depósitos eólicos que se extienden desde el valle del río Júcar a Villarta de San Juan, reposan sobre extensos planos aluviales que están encajados una decena de metros en las superficies de erosión manchegas que los delimitan.

#### LA LLANURA ALUVIAL DE SAN JUAN

Forma parte de la Llanura manchega central (Fig. 1). En planta se asemeja a un rectángulo, con dimensiones máximas de 38 km. de largo y 14 km de ancho siendo su superficie aproximada de 300 km<sup>2</sup>. Su altitud media sobre el nivel del mar es de 645 m y está inclinada hacia el Oeste, con una pendiente algo inferior a 1 m por km.



# **LEYENDA**

## **AFLORAMIENTO DEL SUSTRATO**

- Pizarras y cuarcitas (PALEOZOICO)
- Calizas, arcillas y margas (PLIOCENO)

## **DEPOSITOS CUATERNARIOS Y FORMAS DEL TERRENO**

- Superficies manchegas
- Terrazas
- Depósitos fluviales de la llanura aluvial
- Playas limo-arcilla-salinas
- Dunas y manto edico
- Abanicos aluviales
- Dolinas
- Coluviones

**FIG. 1 REPRESENTACION PICTORICA EN BLOQUE DIAGRAMA ISOMETRICO DE LA LLANURA ALUVIAL DE SAN JUAN (Llanura manchega central)**

La Llanura aluvial de San Juan está drenada en el presente por el llamado - río Záncara, que es en realidad un canal preservado de las primitivas redes del Sistema fluvial del río Guadiana (PEREZ-GONZALEZ, o.c.), que desde el Este irrumpían en la Llanura de San Juan, a través de estrechos valles, alguno de los cuales no son hoy funcionales, como el que hemos denominado Paleovalle de Socuéllamos que está representado en el bloque diagrama de la Fig. 1, en su borde suroriental. Los materiales transportados y depositados en la Llanura por esa red de canales múltiples, están compuestos por gravas (cuarzitas, cuarzós, calizas y sílex) y arenas, con escasa proporción de finos. Facies limo-arcillo arenosas de llanura de inundación, coronan, con espesor variable, las secuencias fluviales que no suelen sobrepasar los 3-4 m de potencia. Otro hecho conspicuo de la zona, es su carácter prácticamente arreico, con focos dispersos endorreicos. Aun en los periodos más propicios al exorreismo, la escasa pendiente de los ríos Záncara y Córcoles (o acequia de Socuéllamos), junto con la indefinición de sus cauces, provocan desbordamientos que inundan amplias zonas laterales o sus márgenes (1). Estas aguas de desbordamiento con elevados contenidos de  $\text{SO}_4^{=}$  y  $\text{Ca}^{++}$ , y con menor concentración de  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Cl}^{-}$ , producen, posteriormente a estos momentos de - altas aguas, una sedimentación de fangos evaporíticos. Otros focos de encharcamiento intermitente, tienen su origen en la subida estacional del nivel - freático o se alimentan con aguas pluviales. Como final, señalamos, que muchas de estas depresiones y los depósitos limo-arcillo-salinos asociados, están relacionados, morfológicamente, con surcos interdunares o áreas de deflación.

#### LOS COMPLEJOS DUNARES

Los depósitos eólicos mejor conservados y desarrollados, ocupan los sectores septentrionales de la Llanura aluvial de San Juan, desde la estación de río Záncara, a la confluencia del Záncara con el río Ciguela. Se trata de una

mancha continua, a partir de ahora la denominaremos sector A, formada por edificios dunares desconectados entre sí y manto eólico, de unos 30 km, de largo y una anchura máxima de 7 km, al Sur de Alcazar de San Juan. En otras posiciones (sector B), se han cartografiado (Fig. 1) otras acumulaciones arenosas de origen eólico, de dimensiones más modestas y menos significativas que las anteriores. La acumulación principal, o sector A, que se sitúa en la parte más deprimida de la Llanura manchega central (cotas entre los 650 y 630 m), está enmarcada, excéntricamente, por las superficies de erosión manchegas, y en su parte sur-central y occidental, playas limo-arcillo-salinas la bordean.

#### Elementos climáticos y régimen de vientos

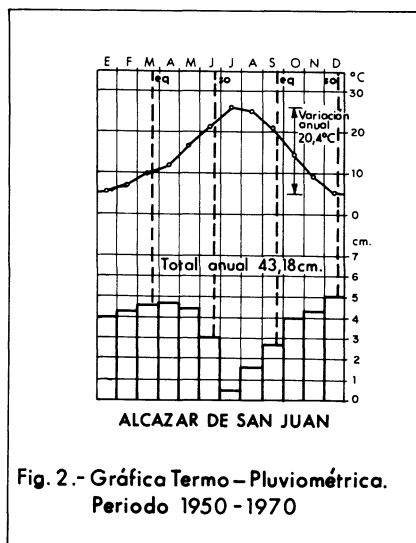
La temperatura media anual de la región es de 14°C, con máximas y mínimas absolutas que pueden alcanzar los 47°C y 15°C, respectivamente. El mes más cálido es julio (25 a 26°C) y el más frío diciembre (4 a 5,5°C). Esta amplitud de las temperaturas medias mensuales, alcanza, posiblemente, los mayores valores peninsulares junto con algunas estaciones de la Depresión del Ebro. La precipitación, en su valor medio anual, oscila entre 350-450 mm, según las estaciones analizadas en la zona (2). El mes más seco es julio (4 a 6 mm) seguido por agosto (9 a 16 mm), y el más lluvioso es diciembre (46 a 51 mm) estando en segundo lugar los meses de febrero, marzo o abril. Estacionalmente, el otoño y el invierno son las temporadas con mayores precipitaciones, y la primavera y el verano las más secas, especialmente la última. Un cuadro típico de la distribución termo-pluviométrica a lo largo del año, en la Llanura manchega central, puede observarse en la gráfica de la fig. 2.

Los vientos dominantes, en promedio anual, estacional y mensual, son los de componentes W, SW y E, según datos de la estación de Ciudad Real. La frecuencia en porcentaje de la fuerza del viento es máxima entre los 6-28 km/h, a lo largo de todos los meses del año; destacando entre ellos los meses de marzo a julio, que son precisamente los meses con menor frecuencia en porcentaje de calmas. Este régimen de vientos depende de la posición del anticiclón de las Azores y de la evolución hacia el Este y Nordeste de las depresiones atlánticas, MASACHS ALAVEDRA (1954). El viento del SW, Abrego, está asociado al sector cálido de las borrascas que entran en la Península por el litoral portugués. Estos ciclones atlánticos (tipo A, de LINES ESCARDO, - 1970), son los responsables en un 54% de las lluvias en Iberia.

#### Textura, tamaño de grano y características de la distribución

Las figuras 3 y 4, y el cuadro 1, recogen las características texturales y la composición granulométrica de las acumulaciones eólicas de la Llanura aluvial de San Juan. Relacionando estos datos con los criterios de campo, pueden separarse, claramente, dos tipos de facies:

Facies A (posición geográfica del sector A). No muestra la uniformidad composicional de la facies B, que a continuación describiremos. Por esta razón, es evidente que las muestras realizadas, pueden ser insuficientes para determinar la variedad granulométrica de cada una de las dunas en este sector. A pesar de todo, creemos que el muestreo (3) es significativo, ya que se realizó previa selección de las dunas y asociaciones dunares de





cierta entidad. Texturalmente se clasifican (fig. 3), según el diagrama de SHEPPARD, como dunas arenosas, limosas, arcillosas o limo-arcillosas. Las dunas más típicamente limo-arcillosas, limosas o arcillosas parecen ocupar posiciones concretas dentro de este sector. Las primeras se localizan al SW de Alcazar de San Juan (sector  $A_1$ ), y las otras parecen estar relacionadas, con los cordones dunares que se ubican al Norte de los Arenales de la Moscarda y en las márgenes del río Záncara, entre Casas de Manuel Quiñones y las proximidades de la Casa del Puente (sector  $A_2$ ).

Estas dunas, globalmente consideradas, presentan porcentajes de limo+arcilla ( $< 0,062$  mm.), entre el 15 y el 85% (en el cuadro 1, muestras 18 y 5, respectivamente). En la fracción arena la moda está en la arena media — (0,500–0,250 mm.) y más raramente en la arena fina (0,250–0,125 mm.). Es obvio señalar que en algunas muestras (cuadro 1), el limo o la arcilla, o la suma de ambos, forman la clase o componente principal. La media en el intervalo arenoso (Mz, FOLK y WARD, 1957), tiene un recorrido de 1,74 a 2,5 phi. La selección,  $\sigma_1$  de 0,752 a 1,117, es pobre o moderadamente clasificada y el skewness es positivo,  $SK_1$  de 0,019 a 0,351, a excepción de la muestra 21 ( $SK_1 = -0,270$ ). Las curvas de las arenas de las crestas de dunas, son por orden de ocurrencia, leptocúrticas, platicúrticas o mesocúrticas (kg de 1,269 a 0,750).

Facies B (posición geográfica del sector B, y enclaves en áreas sur-centrales y nor-orientales del sector A). Está constituida por altos porcentajes de arena y fracciones de limo+arcilla que no sobrepasan el 9% de peso, del total de la muestra (cuadro 1). En estas facies de textura arenosa, el grano se acumula en el intervalo de arena media o arena fina, en porcentajes a veces superiores al 50%. La media (Mz), tiene valores entre 1,38 a 2,15 phi, y la desviación gráfica ( $\sigma_1$ ), oscila de 0,791 a 0,589 — la muestra 26, presenta un  $\sigma_1$  de 1,023, o pobremente clasificada—, lo —



	Clase Muestras	G.	A.M.G.	A.G.	A.M.	A.F.	A.M.F.	Limo	Arcilla
FACIES A SECTOR A	2-83	0,19	1,06	3,71	6,52	4,08	1,98	49,26	33,00
	5-83	-	0,30	1,15	4,08	6,12	3,27	57,73	31,15
	3-83	-	0,53	4,47	27,69	28,69	10,87	19,65	8,00
	4-83	0,31	3,28	14,81	28,83	19,06	7,83	12,43	13,05
	6-83	0,05	1,00	12,76	28,44	16,25	7,83	14,64	18,72
	9-83	0,06	1,00	12,16	38,19	25,18	6,46	6,14	10,60
	13-83	-	0,09	4,53	25,45	23,74	8,83	17,01	20,15
	15-83	0,02	0,44	6,96	28,61	22,67	9,60	12,40	18,80
	18-83	-	1,50	13,61	38,01	24,95	6,68	6,40	8,25
	10-83	0,99	0,66	6,50	15,90	13,27	8,86	27,27	26,15
	12-83	0,09	0,87	9,52	25,12	16,63	9,92	22,70	14,95
	20-83	0,04	1,15	11,13	35,86	22,92	7,31	8,14	13,05
	21-83	0,15	0,15	1,49	15,27	26,48	14,96	33,75	7,54
FACIES B SECTOR B	26-83	0,07	2,92	23,40	41,06	17,98	5,99	3,28	
	28-83	-	0,25	10,75	47,92	29,13	6,63	5,02	
	135	-	-	3,32	39,93	41,98	10,45	4,02	
	133	-	3,51	17,84	50,30	19,18	3,40	5,17	
	1111	-	0,14	3,64	38,34	46,22	8,27	3,09	
	72	-	1,77	20,25	53,21	16,89	1,85	5,53	
	81	-	-	1,48	34,27	49,24	11,57	3,04	

Cuadro 1. Composición granulométrica de los depósitos de origen eólico de la Llanura de San Juan  
 $G > 2$  mm; A.M.G., 2-1 mm; A.G., 1-0,50 mm; A.M. 0,50-0,25 mm; A.F. 0,25-0,125 mm; A.M.F  
0,125-0,062 mm.

que clasifica a la mayoría de las arenas de las crestas de dunas, en moderadamente seleccionadas o moderadamente bien seleccionadas. El sesgo ( $SK_1$ ) es negativo en las muestras 133 y 72 ( $SK_1 = -0,103$  y  $-0,085$ , respectivamente) y positivo en las restantes,  $SK_1$  de  $0,051$  a  $0,231$ . La curtosis ( $Kg$ ) alcanza valores comprendidos entre  $0,968$  y  $2,137$ , lo que determinan curvas mesocúrticas o leptocúrticas.

#### Composición mineralógica

Una primera aproximación a la mineralogía de las arenas (4) del Corredor manchego, fue publicada por ALEIXANDRE, et al (1977). Se definió entonces que el dominio mineralógico dunar de la Llanura de San Juan, estaba formado por la asociación, turmalina ( $\bar{x} = 57,7\%$ ) - circón ( $\bar{x} = 18,6\%$ ).

Un muestreo más denso nos permite ahora establecer unas nuevas precisiones, acerca de las asociaciones mineralógicas dunares de la Llanura. Las dunas limo-arcillosas del sector  $A_1$  (en la facies A), presentan una asociación de minerales pesados compuestos por, turmalina ( $\bar{x} = 40,6\%$ ) - circón ( $\bar{x} = 21\%$ ), - acompañados por los también resistentes, estaurolita ( $\bar{x} = 13,3\%$ ) y rutilo ( $\bar{x} = 10\%$ ).

Otra asociación, mineralógicamente idéntica a la anterior pero con variaciones porcentajes significativas, es la formada por la turmalina ( $\bar{x} = 56,3\%$ ) y el circón ( $\bar{x} = 27,5\%$ ) y como minerales secundarios la estaurolita ( $\bar{x} = 11,2\%$ ) y el rutilo ( $\bar{x} = 7,7\%$ ). La composición mineralógica que acabamos de describir, parece estar relacionada con las grandes dunas de textura limosa, arcillosa o areno limo-arcillosa del sector  $A_2$ . Esta asociación mineralógica, es por otra parte, sensiblemente semejante a la encontrada en las dunas y mantos eólicos arenosos que se distribuyen irregularmente por el sector B. Su asociación es: turmalina ( $\bar{x} = 50,6\%$ ), circón ( $\bar{x} = 24,3\%$ ), junto con estaurolita ( $\bar{x} = 9,3\%$ ) y rutilo ( $\bar{x} = 7,5\%$ ).

Finalmente, es posible separar un tercer dominio mineralógico, que es el establecido por la presencia mayoritaria de la turmalina ( $\bar{x} = 70\%$ ), con bajos porcentajes de circón ( $\bar{x} = 7,3\%$ ) y rutilo ( $\bar{x} = 3,1\%$ ), manteniéndose porcentualmente la estaurolita ( $\bar{x} = 11,1\%$ ). Este estilo de asociación se corresponde con aquellos complejos dunares, comprendidos entre el sector  $A_1$  y las zonas nor-orientales del sector  $A_2$ .

En la fracción ligera, también se observan algunas diferencias entre los depósitos eólicos arenosos del sector B y los más complejos del sector A. En los primeros el cuarzo ( $\bar{x} = 82,4\%$ ) es mayoritario, y está débilmente acompañado por los carbonatos ( $\bar{x} = 12,7\%$ ) y los feldespatos ( $\bar{x} = 4,8\%$ ). En los segundos al cuarzo ( $\bar{x} = 72,5\%$ ), le siguen los carbonatos ( $\bar{x} = 23,8\%$ ), y con menor porcentaje que en el caso anterior, los feldespatos ( $\bar{x} = 3,1\%$ ). Los sulfatos cubren el 0,6% restante.

Estas asociaciones mineralógicas de los materiales de origen eólico de la Llanura de San Juan, son, como era de esperar, muy parecidas a las composiciones mineralógicas del manto aluvionar y limos de llanura, sobre los cuales reposan. Estas semejanzas son también notables, con el sustrato plioceno. Las medias en porcentajes de los minerales significativos están calculados en el cuadro 2.

	T	Cr	% G	R	E	Q	% F	C	S
Manto aluvionar	80	4,8	1,8	3	7,8	74,4	3,8	21,8	-
Limo de llanura	52	25,5	2,5	9	6	51	4	43	2
Plioceno	49,6	26	1	11	4	65	6	29	-

Cuadro 2. Explicación: T (turmalina), Cr (circón), G (granate), R (rutilo), E (estaurolita), Q (cuarzo), F (feldespato), C (carbonato), S (sulfato).

#### Morfoscopía de grano

Del sector A, se han estudiado con un microscopio estereoscópico Olympus S2-

III las fracciones 0,42-0,35 mm y 0,84-0,71 mm, que según CAILLEUX y TRI—  
CART (1959), reflejan con mayor precisión la impronta eoliana. En el cua—  
dro 3, hemos expresado las medias porcentajes de 15 análisis, con un conta—  
je de 100 gramos en cada muestra

	0,42-0,35 mm.	0,84-0,71 mm.
R.M.	5%	12%
S.M.	41%	40%
N.D.	54%	48%

Cuadro 3. Explicación: R.M. (redondeados mates), S.M. (sub  
redondeados mates), N.D. (no desgastados. Incluimos en esta morfología de grano, además de los  
no desgastados, propiamente dichos, los redondeados brillantes, los subredondeados brillantes y  
los subangulosos brillantes).

En ambos intervalos granulométricos los redondeados mates son escasos, con  
claro predominio de los subredondeados mates y los no desgastados (s.l.) .  
Estos resultados guardan cierto parecido con los análisis morfoscópicos rea—  
lizados por ALCALA DEL OLMO (1972), en los arenales de la Cuenca del Duero  
y con nuestros propios datos (PEREZ-GONZALEZ, 1982, o.c.) referidos a —  
otras áreas dunares de la Llanura manchega, que confirman los bajos porcen—  
tajes de redondeados mates y la mayor abundancia de los subredondeados ma—  
tes y no desgastados (s.l.).

Los granos de cuarzo estudiados con el microscopio electrónico de barrido,  
utilizando un Jeol modelo 50A, presentan, los redondeados mates, una super—  
ficie redondeada, suavizada, sin llegar a dar granos esféricos perfectos ,  
ya que aún se observan placas de sílice levantadas, producidas al chocar —  
unos granos contra otros. En algunos de estos granos se puede apreciar con

cavidades en forma de plato que, según KRINSLEY y DOORNKAMP (1973), se han formado, probablemente, durante periodos de abrasión violenta, relacionados con fuertes tormentas de viento. Los subredondeados mates, tienen bordes poco redondeados y a veces se observan fracturas concoidales de aspecto fresco. Estos granos, de morfología moderadamente redondeada, han sufrido un transporte poco prolongado, lo que indica que el área madre no estaba muy alejada de los puntos de deposición. Resumiendo, podemos decir que los granos han experimentado un redondeamiento poco efectivo, en los tamaños considerados.

### Los suelos

Se han estudiado tan sólo los suelos de la parte central y oriental del campo de dunas del sector A, donde se distinguen al menos tres áreas edáficas.

La primera de ellas, que se corresponde aproximadamente con el sector A<sub>2</sub>, posee un Suelo rojo fersialítico cuyas características morfológicas más importantes son: horizonte A<sub>1</sub> de color pardo, horizonte argílico de color rojo (2,5 YR) y estructura masiva, y horizonte de acumulación de carbonatos de consistencia ligeramente dura.

Este Suelo rojo fersialítico hay que considerarlo como poco evolucionado, ya que el valor de la relación hierro libre/hierro total es tan sólo del 40-45%.

En cuanto a su distribución hay que resaltar que cubre las llanuras aluviales de sistema fluvial del río Guadiana y los flancos de las dunas. En las crestas dunares la deflación lo ha desmantelado, apareciendo en superficie los horizontes CCa.

Las otras áreas edáficas están caracterizadas porque en sus dunas hay Regosol (cuyo horizonte C es amarillo-rojizo 7,5 YR7/6) y pequeñas zonas de suelo pardo rojizo, en cambio hay suelo marrón y suelo salino (Solontchak

cálcico), PORTA (1975), en los ámbitos interdunares.

El problema de Suelo pardo rojizo es particularmente importante, en cuanto en tiempos debió cubrir áreas mucho más extensas. El horizonte argílico es rojizo (5 YR) y ligeramente calizo, pero en lámina delgada se observa que la masa basal del suelo, muy escasa, está constituida por ferriargilanes - (cutanes de arcilla roja) que rodean los granos minerales del esqueleto, y la relación hierro libre/hierro total es del orden del 40-45%, valores similares a los que posee el Suelo rojo fersialítico del sector A<sub>2</sub>. En consecuencia se deduce que probablemente, el Suelo pardo rojizo es el resto de antiguos suelos rojos fersialíticos que cubrían toda la región y que han sido degradados, en estas zonas, por erosión y calcificación secundaria.

#### Morfología dunar

En la Llanura aluvial de San Juan los formas y asociaciones dunares (fotos 1 y 2, y Fig. 5), son muy a menudo difíciles de interpretar. Al contrario de lo que ocurre en la Llanura manchega oriental, cordón dunar arenoso de Casas de los Pinos - Casas de Haro, donde hemos relacionado y cartografiado con precisión (PEREZ-GONZALEZ, 1982, o.c.), trenes de dunas elongadas - upsiloides y otras parabólicas del tipo V de grandes dimensiones, construidas por vientos del Oeste.

Las alturas relativas máximas de las dunas en la Llanura de San Juan, pueden alcanzar los 9 a 10 m., aunque lo normal es que no lleguen a los 6-7 m. y en la mayoría de las ocasiones no sobrepasan los 3-4 m., tomando como referencia el plano aluvial sobre el que reposan. Las crestas dunares se encuentran siempre bien redondeadas, con marcados perfiles convexos, y las laderas o flancos dunares, presentan una inclinación que no suele ser mayor de los 10-15°.

Para la identificación e interpretación de la morfología dunar, hemos trabajado con la fotografía aérea a escala 1:18.000. Clasificamos en principio,

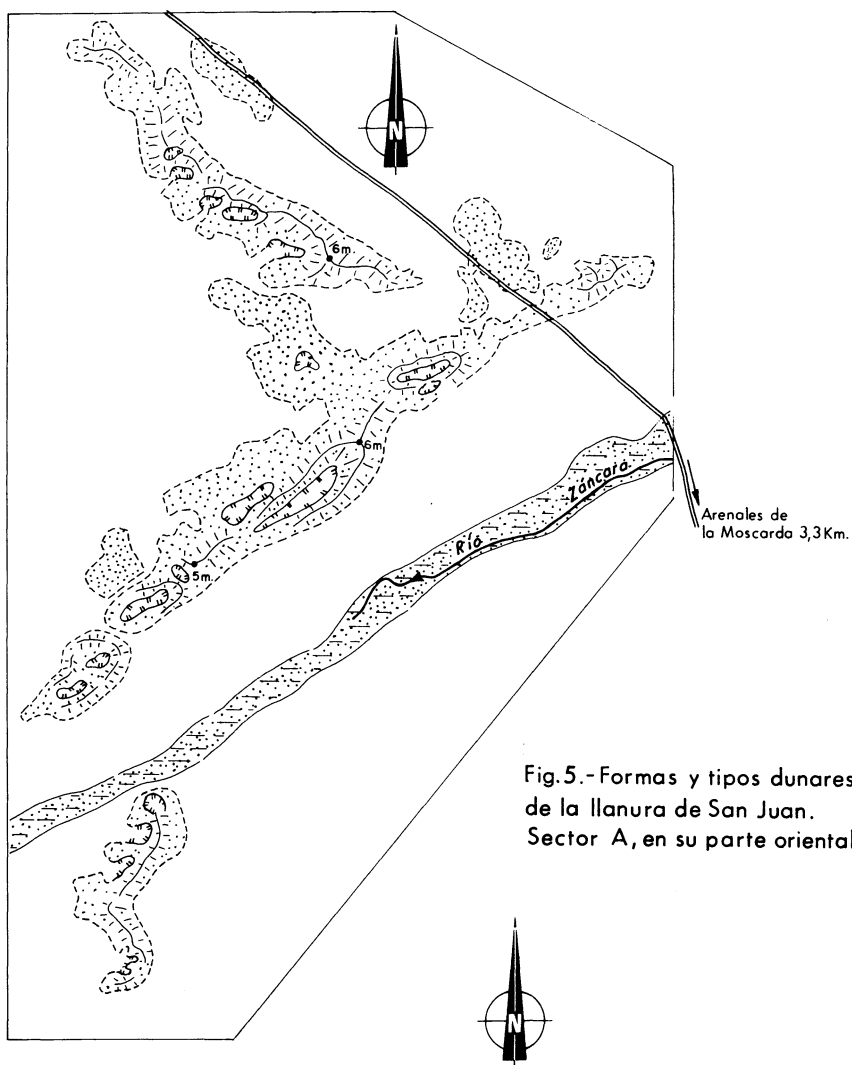






Fig.5.-Formas y tipos dunares de la llanura de San Juan.  
Sector A, en su parte oriental

**LEYENDA**

-  Manto eólico
-  Depresiones y surcos de deflación
-  Dunas, crestas y flancos
-  Llanura aluvial del Rio Zancara
- 6m. Cota relativa en m.

Escala gráfica aprox. 1:18.000  
0 500 1000 m.

los tipos de dunas en:

- . Dunas con formas ovoides
- . Parabólicas
- . Dunas con formas cónicas o en domo
- . "Transversas"
- . "Longitudinales".

Las dunas ovoides, son dunas del tipo bouclier, de la familia de los bark—hanes (MAINQUET, 1976, p. 282). Tienen un perfil longitudinal convexo y simétrico, y se sitúan en distintos puntos del sector B, siempre aisladas y desconectadas de cualquier asociación dunar. Las dunas parabólicas, son, por lo general, de pequeñas dimensiones y elevaciones reducidas, y es posible que muchas de ellas sean dunas del tipo blowout. Estas dunas extienden sus brazos hacia el Oeste y el SW, y en alguna ocasión, al NW. Las dunas en forma de domo, tienen plantas más o menos circulares y muy a menudo, presentan nichos de deflación en sus partes culminantes. Todas estas formas se sitúan, preferentemente, en el área central del sector A, o marginalmente a las grandes dunas con morfología lineal.

Las dunas transversas y longitudinales son las de mayores dimensiones en la Llanura aluvial de San Juan. A las primeras las denominamos así, dado que tienen las crestas orientadas en ángulo recto, a los vientos prevalentes del Oeste a SW. En las segundas, las crestas son sensiblemente paralelas, a esos mismos vientos dominantes del Oeste o SW (Fig. 5). Estas grandes dunas, que en ocasiones toman aspecto arrosariado, tienen longitudes de hasta 3-4 km. y anchuras del orden de varios centenares de metros. Sus alturas relativas máximas pueden llegar a los 5,6 ó 7 m, estando todas ellas emplazadas en las áreas sur-centrales y orientales del sector A.

Las formas de deflación son otros modelos originales del campo de dunas del sector A. Las podemos dividir, siguiendo a SEPPALA (1971, p. 18), en formas



creadas durante el tiempo de deposición de las dunas y las construidas en -  
otras épocas o tiempos.

Con respecto a las primeras tenemos los nichos o depresiones de deflación —  
(blowouts), que aportan sedimentos a sotavento, construyendo en esas partes  
externas un ribete de acumulación eólica, que da origen a dunas parabólicas,  
de variada morfología con dimensiones siempre en función del tamaño del  
blowout y del material disponible.

Las segundas retocan las crestas o los flancos de las dunas —e inclusive las  
más recientes el manto eólico de la Llanura—, y según su morfología reciben  
el nombre de depresiones o nichos de deflación (blowouts) y surcos de defla-  
ción (wind furrows). En la figura 5, hemos representado estas formas de de-  
flación, generadas por vientos efectivos del Oeste y SW. Sus tamaños, en -  
las formas alargadas, no suelen sobrepasar los 200 ó 300 m de longitud, sien-  
do la anchura 2 ó 4 veces menor. Las formas ovaladas o elongadas (blowouts),  
tienen dimensiones menores y al igual que las formas alargadas de deflación,  
su profundidad no excede de los 3 ó 4 m. Por lo visto en campo, algunas de -  
estas formas de deflación conservan los horizontes B del suelo rojo fersialí-  
tico.

No queremos concluir este apartado, sin señalar la disposición irregular de  
los tipos y asociaciones dunares presentes en el sector A de la Llanura de -  
San Juan. La visión estereoscópica del territorio no señala un modelo o pau-  
ta zonar, y mucho menos una sola fase de erosión o construcción dunar. En -  
efecto las dunas pueden coalescer o sobreimponerse y en ocasiones, segmentos  
de las mismas, están obliterados por procesos de deflación.

En la actualidad, el viento juega todavía un importante papel (5) como agen-  
te constructor-destructor (fotos 3 y 4), favorecido por un territorio inar-  
bolado y por la mecanización intensiva de la agricultura, que ha roto el —  
equilibrio de numerosas formas dunares y destruido la cobertera edáfica, en

aquellos puntos donde todavía se conservaba, especialmente en los flancos de las dunas.

Esta acción secular del viento ha sido particularmente intensa en las zonas centrales del sector A, hasta el punto de haber hecho desaparecer de las dunas, los suelos rojos fersialíticos que probablemente las cubrían. Este fenómeno es posible que se deba a una indirecta intensificación de los procesos erosivos eólicos, y también hídricos, como consecuencia del aporte sobre los suelos de las dunas, de agregados ricos en carbonatos y sulfatos, de los suelos colindantes, que debilitarían la ya débil cohesión general, por el pequeño porcentaje de arcilla, facilitando los procesos de lavado y deflación.

### CONCLUSIONES

Recientemente, uno de nosotros (PEREZ-GONZALEZ, 1982, p. 542 y siguientes) ha discutido ampliamente el significado del paisaje eólico de la Llanura manchega central y oriental. En esta ocasión vamos a tratar, únicamente, la edad y génesis de los complejos dunares de la Llanura aluvial de San Juan.

La edad del campo de dunas del sector A, es problemática. Pero es sin duda - posterior al aluvionamiento que con industria musteriense (SANTONJA, en PEREZ-GONZALEZ, o.c.), conforma la Llanura de San Juan. Esto sitúa al menos, el origen de nuestras dunas en algún momento del pleistoceno superior. La fase de construcción dunar fue larga, por los mecanismos generadores que explicamos a continuación, y porque la evolución de los complejos dunares de la Llanura es multicíclica. La presencia de un Suelo rojo fersialítico sobre las dunas, también señala un periodo más o menos largo, necesario para la formación y maduración del suelo. Estas razones, junto con otras obtenidas para el resto de la Llanura manchega, nos impulsan a considerar que el comienzo y el final de la construcción dunar principal de la Llanura aluvial de San Juan, debió suceder en el Pleistoceno superior pleno o durante el Pleistoceno superior final.

La presencia, en el sector A, de dunas arcillosas, limosas o limo-arcillosas, junto con otras típicamente arenosas, plantea, por un lado, la situación y composición de las fuentes de alimentación, y por otro la génesis de esas dunas arcillosas, limosas o limo-arcillosas. Ante la primera cuestión cabe decir que la situación y composición de las fuentes de alimentación, - son sin duda muy diversas. El carácter local y próximo del aprovisionamiento, parece confirmado por el escaso redondeamiento efectivo de los granos, y por la variedad mineralógica dunar que debe estar relacionada con la asociación mineral de los puntos de origen del material. Estos unas veces son, en mayor o menor medida, los limos de llanura (6), ricos en circón, y otras los depósitos fluviales pleistocenos que contienen elevados porcentajes de turmalina. Señalamos, sin embargo, que una cierta selección mineralógica - puede establecerse por la mayor concentración de un mineral determinado, en aquellos tamaños susceptibles de ser transportados por el viento, en unas - condiciones dadas.

Las dunas arcillosas, limosas y limo-arcillosas, pueden tener una génesis - semejante a la establecida por STEPHENS y CROCKER (1946), para las dunas en forma de Lunette (HILLS, 1940), que por otra parte son muy parecidas textu- ralmente a las nuestras.

Es muy posible que en el pasado, al igual que ocurre hoy, los desbordamien- tos intermitentes del río Zánacara o la humectación de los limos de llanura por la subida del nivel freático, prepararan extensas e irregulares áreas , móviles en el tiempo, que en los momentos de desecación (7), serían fácil- mente barridas por los vientos efectivos del tercer y cuarto cuadrante. Es- tas condiciones junto con la necesidad de una vegetación clareada y arbusti- va, incitan a pensar en un clima con periodos contrastados de humedad, y - temperaturas medias anuales no necesariamente inferiores a las del presente.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Pérez-Jaéz por sus indicaciones precisas en el planteamiento y manejo del perspetógrafo de trazo continuo. A Fernando Pérez Moras, por los dibujos y el buen quehacer artístico del bloque diagrama de la Llanura aluvial de San Juan. A la Dra. M<sup>a</sup> Luisa Palomar por las determinaciones de hierro libre y total. A Dña. Margarita Pérez Peñasco por las determinaciones de limo y arcilla y a D. Carlos Alonso por la ayuda prestada en el estudio de las muestras con el microscopio de barrido.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCALA DEL OLMO, L. (1972): Estudio sedimentológico de los arenales de Cuenca. Estudios geológicos, vol. 28, pp. 345-358.
- ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A. (1968): Algunas modificaciones en las técnicas aplicadas al estudio mineralógico de las fracciones gruesas o arenas. - Anales de Edafología y Agrobiología. t. 37, núm. 7-8, pp. 563-567.
- ALEIXANDRE, T., PINILLA, A. y PEREZ-GONZALEZ, A. (1977): Características mineralógicas de las dunas continentales de la Llanura manchega. Actas - III. Reunión G.T. Cuaternario, pp. 281-289. Inst. Geog. Aplicada.
- FOLK, R.L. y WARD, W.C. (1957): Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Jour. sed. petr. vol. 27, pp. 3-26.
- HILLS, E.S. (1940): The Lunette: a new landform of aeolian origin. The Aust. Geographer, vol.3 núm. 7, pp. 15-21.
- KRINSLEY, H.D. y DOORNKAMP, C.J. (1973): Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge University Press.
- LAUTENSACH, H. (1964): Die Iberische Halbinsel. Munich. (Traducido al español por M. SOLE SUGRAÑES con el título "Geografía de España y Portugal" 1967, pp. 3-814, Ed. Vicens Vives).
- LINES ESCARDO, A. (1970): The climate of the Iberian Peninsula. Climates of Northern and Western Europe. C.C. Wallen (ed) pp. 195-230. World survey of climatology, Vol. 5, H.E. Landsberg.
- MAINGUET, M. (1976): Propositions pour une nouvelle classification des édifices sableux éoliens, d'après les images des satellites Landsat I, Ge mini, Noaa 3, Z. Geomorph. 20, 3, pp. 275-296.
- MASACH ALAVEDRA, V. (1954): El clima. Las aguas. T. II pp. 9-142 en "Geografía de España y Portugal" ed. M. Terán y L. Solé Sabarís. Montaner y Simón, S.A. Barcelona.
- PEREZ-GONZALEZ, A. (1982): Neógeno y Cuaternario de la Llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo. 787 págs. Ed. Universidad Complutense. Madrid.
- PEREZ MATEOS, J. (1965): Análisis mineralógico de arenas, métodos de estudio C.S.I.C., Patronato Alonso de Herrera. pp. 3-265.
- PORTA, J. (1975): Redistribuciones iónicas en suelos salinos: influencia sobre la vegetación halófila y las posibilidades de recuperación de los suelos con horizonte gypsico y otros suelos halomorfos de las márgenes del río Ciguela. Tesis Doctoral (inédita). Esc. Téc. Sup. Ing. Agrónomos. Madrid.
- SEPPALA, M. (1971): Evolution of eolian relief of the kaamasjoki-kiellajoki rivers basin in finnish lapland. Publ. Inst. Geogra. Univ. Turkuensis. núm. 54, pp. 4-88.

STEPHENS, C.G. y CROCKER, R.L. (1946): Composition and genesis of lunettes.  
Trans. Royal Soc. S. Aust. vol. 70, núm. 2, pp. 302-312.

---

CAILLEUX, A. y TRICART J. (1959): Initiation a l'étude des sables et des ga  
lets. C.D.U. pag. 376. París.



Foto 1. Vista desde el Sur de un segmento de la duna linear de textura areno-limosa, representada en la fig. 5.

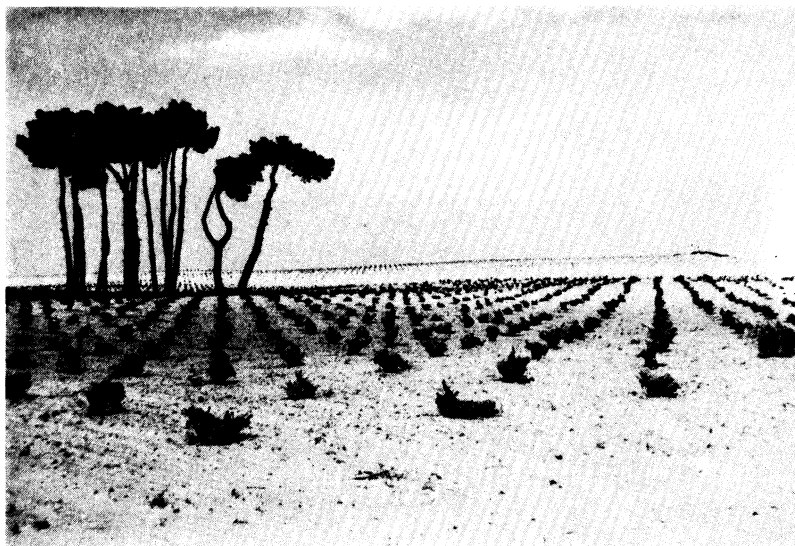


Foto 2. Duna de textura arenosa con una altura relativa de 9 a 10 m., situada al Este de Casa del Cotillo, en el sector A.



Foto 3. Proceso de deflación eoliana, en el flanco de la duna arenosa de la foto 2, que descubre las raíces de un cultivo de vid.



Foto 4. Ripples y acumulación de arena reciente por los vientos efectivos del SW, de izquierda a derecha de la fotografía, en las inmediaciones de Casa del Cotillo.